

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-176027

⑤Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ④公開 平成1年(1989)7月12日  
 C 21 D 8/02 B-7371-4K  
 // C 22 C 38/00 3 0 1 B-6813-4K  
 38/46 審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑭発明の名称 低降伏比高張力溶接構造用鋼板の製造方法

⑯特 願 昭62-332741

⑰出 願 昭62(1987)12月29日

⑱発 明 者 船 津 裕 二 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内

⑲発 明 者 大 下 滋 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内

⑳発 明 者 市 瀬 圭 次 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内

㉑出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉒代 理 人 弁理士 小 堀 益 外 2 名

## 明 細 書

(2)重量%で、

## 1. 発明の名称

C :  $\leq 0.18$  %

低降伏比高張力溶接構造用鋼板の製造方法

Si :  $\leq 0.55$  %

## 2. 特許請求の範囲

Mn :  $\leq 1.50$  %

(1)重量%で、

P :  $\leq 0.040$  %C :  $\leq 0.18$  %S :  $\leq 0.040$  %Si :  $\leq 0.55$  %

を含有し、必要に応じて上記以外の合金元素を添加し、

Mn :  $\leq 1.50$  %P :  $\leq 0.040$  %

C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14

S :  $\leq 0.040$  %

なる炭素等量が0.44重量%以下で残部がFe及び

を含有し、必要に応じて上記以外の合金元素を添加し、

不可避的成分よりなる鋼片を通常の加熱後少なくともオーステナイトの再結晶域で圧下率 $\geq 50$ 

C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14

%の圧延を行いその後Ar<sub>3</sub>点以上の温度から5

なる炭素等量が0.44重量%以下で残部がFe及び

℃/sec以上15℃/sec以下の冷却速度で400℃

不可避的成分よりなる鋼片を通常の加熱後少なくとも

以下迄冷却後400℃以上Ac<sub>1</sub>点以下で焼き戻すくともオーステナイトの再結晶域で圧下率 $\geq 50$ 

事の特徴とする低降伏比高張力溶接構造用鋼板

%の圧延を行いその後Ar<sub>3</sub>点以上の温度から5

の製造方法。

℃/sec以上15℃/sec以下の冷却速度で400℃

(3)未再結晶域で圧下率30%以下の圧延を行う事

~600℃の範囲迄冷却する事の特徴とする低降

を特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項

伏比高張力溶接構造用鋼板の製造方法。

に記載の何れかの製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は低降伏比で塑性変形能の優れた直接焼き入れ型調質高張力鋼板、水冷型TMCP鋼板 (TMCP: Thermo-Mechanical Control Process.) 等溶接構造用鋼板の製造方法の改善に関するものである。

## &lt;従来の技術&gt;

従来から所謂調質高張力鋼板、水冷型TMCP鋼板等の溶接構造用鋼板は高い引っ張り強さを有するものの、軟鋼、焼鈍型50キロ鋼板に比べ降伏比がYR80%以上と高く塑性変形能が劣っていた。

これを改善する製造方法が、例えば特公昭55-52207号公報及び特開昭59-211528号公報により提案されている。

これ等の提案は鋼板を再加熱焼き入れした後オーステナイトとフェライトの2相域に再び加熱し、その後空冷する方法及び圧延後オーステナイトとフェライトの2相域迄冷却した後、水冷を行う方法である。

Mn:  $\leq 1.50$  %

P:  $\leq 0.040$  %

S:  $\leq 0.040$  %

を含有し、必要に応じて上記以外の合金元素を添加し、

$C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$  なる炭素等量が0.44重量%以下で残部がFe及び不可避免的成分よりなる鋼片を通常の加熱後少なくともオーステナイトの再結晶域で圧下率 $\geq 50$ %の圧延を行いその後 $A_{r_2}$ 点以上の温度から5℃/sec以上15℃/sec以下の冷却速度で400℃ $\sim$ 600℃の範囲迄冷却する事を1つの手段とし、

(2)重量%で、

C:  $\leq 0.18$  %

Si:  $\leq 0.55$  %

Mn:  $\leq 1.50$  %

P:  $\leq 0.040$  %

S:  $\leq 0.040$  %

を含有し、必要に応じて上記以外の合金元素を添加し、

つまりこれ等の提案は何れも鋼板をフェライトとベイナイト又はマルテンサイトの混合組織とする事を特徴とするものである。

## &lt;発明が解決しようとする問題点&gt;

しかしながら前記した提案は何れも実用時に次に述べる様な問題点を内在しており、それぞれに改善が待たれている。

即ち、特公昭55-52207号公報の提案は再加熱処理が必要であり、又特開昭59-211528号公報の提案は鋼板の冷却に待ち時間が必要であり、共に生産性が低下して製造費が上昇する。

本発明は再加熱処理を必要とせず、冷却に待ち時間を要しない方法を用いて、これ等の問題点を改善するものである。

## &lt;問題点を解決するための手段&gt;

本発明は上記した問題点を改善する為に基本的には、

(1)重量%で、

C:  $\leq 0.18$  %

Si:  $\leq 0.55$  %

$C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$  なる炭素等量が0.44重量%以下で残部がFe及び不可避免的成分よりなる鋼片を通常の加熱後少なくともオーステナイトの再結晶域で圧下率 $\geq 50$ %の圧延を行いその後 $A_{r_2}$ 点以上の温度から5℃/sec以上15℃/sec以下の冷却速度で400℃以下迄冷却後400℃以上 $A_{c_1}$ 点以下で焼き戻す事を他の手段とするものである。

又上記した基本的な2つの方法において不可避免的に未再結晶域で圧延を行う時は圧下率30%以下で行う事を望ましい実施態様とするものである。

上記した本発明における鋼板成分の限定及び炭素等量の限定の範囲は、本発明が前記の如く既存の溶接構造用鋼板の製造方法を改善する事を目的とし且つ本発明は全溶接構造用鋼板に適用して効果が得られる事から、溶接構造用鋼に所要の成分及び炭素等量を定めたJIS G3106の定め範囲とした。又鋼片の加熱温度は通常のこの種鋼板の加熱条件つまり圧延中の温度低下を配慮して下限を

1000℃以上とし、オーステナイトの粗大化を防ぐ点から上限を1200℃以下とする事が望ましい。

#### <作用>

本発明者等は前記した問題点を改善する為に種々、実験・検討を重ね、先ず低降伏比を得て塑性変形能を高める圧延条件を調査の結果、再結晶域で圧下率 50%以上の圧延を行うと、オーステナイト粒は十分に細粒化して靱性は良好であり、且つ適度の焼き入れ性が得られ、この鋼板を水、水蒸気、気水混合体等の何れの冷却剤を用いても、冷却速度を5/sec 以上で冷却すると該冷却中に針状フェライト量が多くなって低降伏比が得られる事を見出した。又鋼板を5℃/sec未満の冷却速度で冷却すると強度が低下して問題があり、15℃/secを超えて冷却すると針状フェライト量が減少して降伏比が上昇し、塑性変形能が低下して目的が達成出来ない事を見出した。

更に冷却を 600℃以上で終了すると強度が低下し、400℃未満では発生した島状マルテンサイト等の低温変態生成物が焼き戻されないで、靱性

の低下、継手部の軟化が著しくなる事を見出した。

又 400℃以下に冷却した場合も 400℃以上Ac<sub>1</sub>点以下の温度で焼き戻すと上記した問題点の発生がない事を見出した。

本発明者等は上記した実験・検討の結果圧延中のオーステナイト再結晶域で結晶粒の細粒化を行い、次の冷却過程で特定の冷却速度を用いると針状フェライト+ベイナイト或いはマルテンサイトの混合組織が得られる事を知見したのである。

これにより再加熱又は圧延後の冷却待ち（温度低下待ち）を行う事なく、高い生産性のもとに降伏比が低く、従って塑性変形能の優れた溶接構造用鋼板を円滑・安定に製造出来る方法を確認し、本発明を完成したのである。

#### <実施例>

##### (実施例 1)

##### (1) 供試鋼含有主要成分(重量%)

C:0.09% Si:0.35% Mn:1.44% V:0.035%

##### (2) 圧延・冷却・焼き戻し条件

鋼片厚 200mm

##### (2) 圧延・冷却・焼き戻し条件

鋼片厚 150mm

加熱温度 1150℃

圧延温度 再結晶域

再結晶域圧下率 50%

仕上厚 30mm

冷却速度 2.5 ~ 28℃/sec

冷却開始温度 A<sub>r</sub>以上

冷却終了温度 400℃以下

焼き戻し温度 600℃

##### (3) 結果 第2図

第2図に明らかな様に、冷却速度が5℃/sec未満では強度が不足し、15℃/sec以上では降伏比が80%を超えたが、本発明例は総て降伏比は80%以下であった。

##### (実施例 3)

##### (1) 供試鋼含有主要成分(重量%)

C:0.09% Si:0.35% Mn:1.44% V:0.035%

##### (2) 圧延・冷却・焼き戻し条件

鋼片厚 200mm

加熱温度 1170℃  
圧延温度 再結晶域及び  
未再結晶域  
再結晶域圧下率 15~75%  
仕上厚 50mm  
冷却速度 10℃/sec  
冷却開始温度 A<sub>r</sub>以上  
冷却終了温度 400℃以下  
焼き戻し温度 600℃

##### (3) 結果 第1図

第1図に明らかな様に、再結晶域での全圧下率が50%未満では針状フェライト量が少ない為降伏比は高く、細粒化不良により良好な靱性も得られなかった。又未再結晶域での圧下率が30%を超えると降伏比(YR)が80%を超え良好な塑性変形能は得られなかったが、本発明例は総て降伏比は80%以下であった。

##### (実施例 2)

##### (1) 供試鋼含有主要成分(重量%)

C:0.14% Si:0.35% Mn:1.40%

加熱温度 1170℃  
 圧延温度 再結晶域  
 再結晶域圧下率 50%  
 仕上厚 50mm  
 冷却速度 10℃/sec  
 冷却開始温度 Ar<sub>3</sub> 以上  
 冷却終了温度 110 ~ 680℃  
 焼き戻し温度 600℃ (一部)

## (3) 結果 第3図

第3図に明らかな様に冷却終了温度が400℃以下のものは靱性が極めて悪かったが、焼き戻す事によって靱性は向上し使用上の支障は無くなった。

## (実施例4)

本発明の総合的な実施例を比較例と共に表1に示す。本発明例は試験番号の1~9が60キロ鋼板であり、10~17は50キロ鋼板である。

本発明例は比較例と同様に、必要に応じてV、Nb、を初め表に示す如くNi、Ti、Cu等の元素を添加した。本発明例は何れも再加熱する事なく、冷却の為の待ち時間も置かずに製造したにもかかわ

表 1

区 分	試 験 番 号	化 学 成 分											鋼 片 厚	加 熱 温 度	再 結 晶 域 圧 下 率	仕 上 温 度	板 厚	冷 却 開 始 温 度	冷 却 終 了 温 度	冷 却 速 度	焼 き 戻 し 温 度	強 度		降 伏 比	v <sub>Trs</sub>	グ レ ー ド	
		重 量 %																				Y <sub>P</sub>	T <sub>S</sub>				Y <sub>R</sub>
		C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Nb	V	Ti										ceq.	mm				℃
本 発 明 例	1	0.14	0.35	0.40	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.30	120	70	955	12	830	50	12	530	48	63	76	70	50	
	2	0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.40	120	70	1000	25	830	120	10	530	49	65	74	60	50	
	3	0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	150	70	900	50	800	100	12	530	47	62	76	48	50	
	4	0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	970	50	800	180	12	530	48	63	77	50	50	
	5	0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	840	50	800	380	12	530	48	62	76	50	50	
	6	0.09	0.30	0.45	0.001	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	970	50	800	480	12	530	47	61	74	50	50	
	7	0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.30	120	70	900	12	800	50	12	530	47	61	74	50	50	
	8	0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	900	25	800	50	10	530	49	65	76	50	50	
	9	0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	850	50	800	160	5	530	49	65	74	50	50	
	10	0.12	0.20	0.25	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.30	150	70	900	25	800	400	10	530	40	53	73	50	50	
	11	0.12	0.30	0.30	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.30	150	70	870	25	800	420	10	530	40	54	74	50	50	
	12	0.12	0.30	0.30	0.020	0.003	0.030	—	—	0.012	—	0.010	0.30	150	70	900	50	800	480	10	530	40	54	74	50	50	
	13	0.12	0.30	0.30	0.020	0.003	0.030	—	—	0.012	—	0.010	0.30	150	70	970	50	800	480	5	530	40	54	74	50	50	
	14	0.09	0.30	0.40	0.005	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	—	0.010	0.30	150	70	900	50	800	420	12	530	41	53	75	50	50	
	15	0.09	0.30	0.40	0.005	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	—	0.010	0.30	150	70	850	50	800	100	570	42	54	76	50	50	50	
	16	0.09	0.30	0.40	0.005	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	—	0.010	0.30	150	70	850	50	800	420	12	530	44	54	77	50	50	50
	比 較 例	17	0.12	0.30	0.25	0.017	0.005	0.030	—	—	—	—	—	0.30	150	70	900	25	800	400	10	530	41	54	74	50	50
18		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	900	50	800	100	480	40	52	77	50	50	50	
19		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	850	50	800	100	480	40	52	77	50	50	50	
20		0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	850	50	800	120	18	530	39	52	77	50	50	
21		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	1000	50	800	110	12	530	40	52	77	50	50	
22		0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	850	50	800	180	12	530	40	52	77	50	50	50
23		0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	850	50	800	480	12	530	42	54	77	50	50	50
24		0.09	0.30	0.45	0.010	0.001	0.030	0.30	0.30	0.005	0.040	0.010	0.35	200	70	850	50	800	480	12	530	42	54	77	50	50	50
25		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	850	25	800	50	12	530	42	54	77	50	50	50
26		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	850	25	800	50	12	530	42	54	77	50	50	50
27		0.14	0.35	0.45	0.017	0.005	0.030	—	—	—	0.040	0.010	0.40	150	70	850	25	800	50	12	530	42	54	77	50	50	50
28		0.12	0.20	0.30	0.020	0.003	0.030	—	—	0.0120	—	0.010	0.30	150	70	900	50	800	480	12	530	44	54	74	50	50	50
29		0.12	0.20	0.30	0.020	0.003	0.030	—	—	0.0120	—	0.010	0.30	150	70	900	50	800	480	12	530	44	54	74	50	50	50
30		0.12	0.20	0.30	0.020	0.003	0.030	—	—	0.0120	—	0.010	0.30	150	70	900	50	800	480	12	530	44	54	74	50	50	50

らず、目標とした低降伏比を満足すると共に、所要の強度と靱性を十分に備えた優れた溶接構造用鋼板が得られた。

この様な本発明例に対し試験番号18~33の比較例はそれぞれに問題があり、前記要望を満たす溶接構造用鋼板が得られなかった。

即ち、再結晶域の圧下率が30%で未再結晶域の圧延を行わなかった22、33は降伏比が80%を超え且つ靱性も所要域に達しなかった。又冷却速度が本発明の上限を超えた18~21及び28は強度、靱性は優れているが降伏比が80%以上で悪かった。逆に冷却速度が本発明例の下限を下回った24、30は強度が所要の域に到達しなかった。

冷却終了温度が600℃を超えた26、31は降伏比が80%以下であるが、強度が所要の域に達しなかった。又冷却終了温度が400℃を下回った27、32は冷却の儘では靱性が不良で、焼き戻しにより靱性は回復した。

未再結晶域の圧下率が30%を超えた23、29は強度、靱性共所要の域に達したが、降伏比は80%を

超え本発明例に及ばなかった。

#### < 発明の効果 >

本発明は以上の説明から明らかな如く、圧延、冷却工程の技術条件を限定的に組み合わせて用いる事によって、80%以下の低降伏比を示す溶接構造用鋼板を強度、靱性を損なう事なく、再加熱、冷却待ち等を省略して製造する事を可能にしたので、この分野の生産性の向上、製造コストの低減等にもたらす効果は大きい。

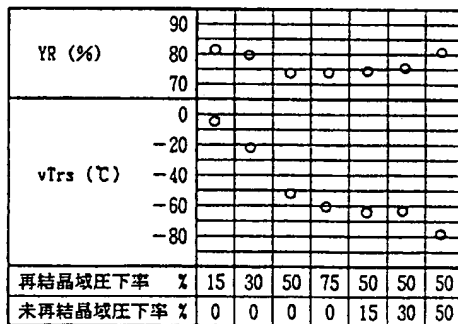
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は再結晶域で用いた全圧下率と圧延鋼板の材質の関係を示す図。第2図は冷却速度と冷却鋼板の材質の関係を示す図。第3図は冷却終了温度と冷却鋼板の材質の関係を示す図である。

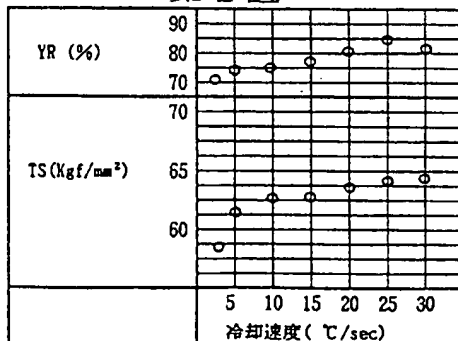
特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人 小堀 益 (他2名)

第1図



第2図



第3図

